

July 17: 2023  
734B 111  
094-107911  
10f1

# 中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 08 月 22 日  
Application Date

申請案號：091118977  
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2002 年 10 月 28 日  
Issue Date

發文字號：09111021039  
Serial No.

申請日期：

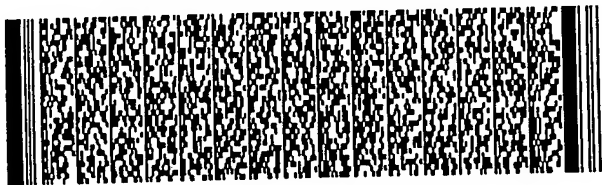
案號：

類別：

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	適用於校正雷射三次元量測器之方法及裝置
	英 文	Method And Apparatus For Calibrating Laser Three-Dimensional Digitizing Sensor
二、 發明人	姓 名 (中文)	1. 羅文秀 2. 林明慧
	姓 名 (英文)	1. Wen-Shiou LOU 2. Ming-Wheng LIN
	國 籍	1. 中華民國 2. 中華民國
	住、居所	1. 新竹市振興路71號6樓 2. 新竹縣竹東鎮忠孝街71巷35號
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	姓 名 (名稱) (英文)	1. INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
	國 籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號
	代表人 姓 名 (中文)	1. 翁政義
	代表人 姓 名 (英文)	1. Weng, Cheng-I

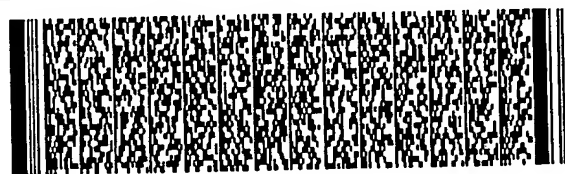
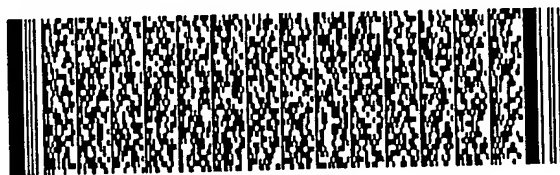


四、中文發明摘要 (發明之名稱：適用於校正雷射三次元量測器之方法及裝置)

一種適用於校正雷射三次元量測器的方法及裝置，其中一雷射量測頭可以發射雷射平面並投射在一平面塊規上，且該雷射量測頭可感測該反射之光線，並可得到一二維數位影像；此外，藉由發射出之雷射平面與該基準平面平行，並利用一平面塊規於一與基準平面平行之平移軸上移動，以及該平面塊規沿一與該基準平面垂直之旋轉軸轉動一已知角度，可藉此建立由二維數位影像對應實際三度空間座標之轉換關係。

英文發明摘要 (發明之名稱：Method And Apparatus For Calibrating Laser Three-Dimensional Digitizing Sensor)

An method and apparatus provided for calibrating a laser three-dimensional digitizing sensor. The laser measurement sensor can project a laser light plane to the flat block and receive the reflected light to generate a two-dimensional digital image. By the laser light plane being horizontally parallel to the base plane, the flat block translating along the translating axis, and the flat block rotating a predetermined angle along the rotating axis which is vertically



四、中文發明摘要 (發明之名稱：適用於校正雷射三次元量測器之方法及裝置)

英文發明摘要 (發明之名稱：Method And Apparatus For Calibrating Laser Three-Dimensional Digitizing Sensor)

parallel to the base plane, the reference table of the two-dimensional digital image to the three-dimensional physical coordinate can be created.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

## 五、發明說明 (1)

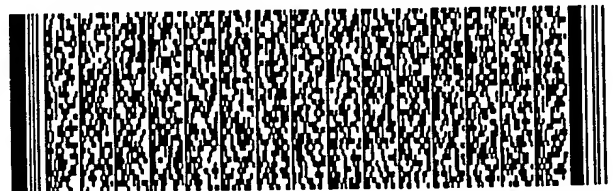
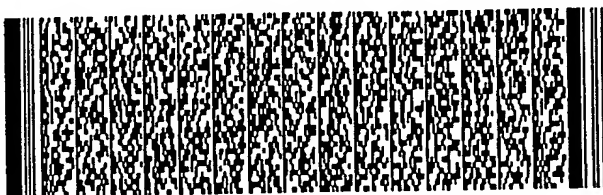
### [ 本發明所屬之背景與動機 ]

習知之光學三角量測系統 (Optical triangulation system) 已廣泛應用於各種三度空間量測之應用中，例如於機器視覺、自動化檢測或者是使用於各式製造與組裝程序中；然而諸如此類之三次元量測系統，其性能優劣常常取決於該系統之校正精度。因此，如何能針對三次元量測系統，設計出一套程序簡單且精確性高之校正程序與方法，確實為一重要之課題。

由於一般製作三次元量測系統之校正儀器需要額外的支出，且對於精密度要求較高之系統而言，所需之校正成本不但高昂，而且往往需要較繁複之校正程序；於此，本發明提出一個嶄新的三次元量測器校正方法，捨棄傳統的相機參數估計、鏡頭扭曲補償、座標轉換、雷射線參數估計等複雜程序，改以建立一數位影像對應三維曲面之轉換關係，設計一套快速、精確的三次元校正方法與裝置，其可適用各式三次元光學量測器，並可與鏡組搭配以提高量測之精度與效果。

### [ 習知技術之問題點 ]

如第1圖所示，該圖係表示一習知三次元量測系統之示意圖，包括一雷射發射元件1、一第一修正鏡組11、一光感測元件2、一第二修正鏡組21以及一待測物體3；其中，該雷射發射器1可發出一光線，並於通過該第一修正鏡組11後，投射在該待測物體3表面並形成一亮區；又，



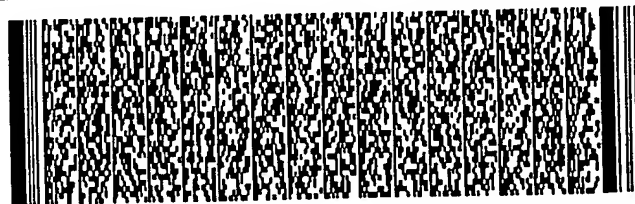
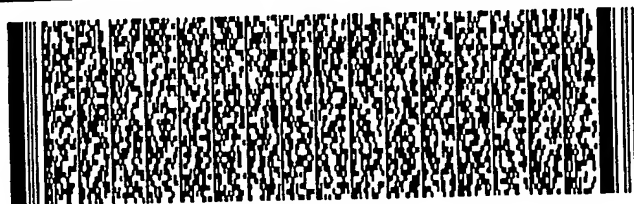
## 五、發明說明 (2)

該三次元量測系統可藉由該光感測器2，接收經該待測物體3表面反射並透過該第二修正鏡組21補償後之光線。其中該光感測器2具有一類似相機之功能，可得到一組數位影像資料，故藉由該感測器接收光訊號並產生影像，可判別該物體表面於三度空間中之座標位置，此外更可利用如掃描之技術，進而建構一物體完整之三次元量測模型。

然而，如上述之三次元量測系統中，對於數位影像資料與三度空間座標之間作轉換時，須要考慮複雜之參數與計算，另由於一些附加光學元件之特性不同，亦常須導入如相機參數估計、鏡頭扭曲補償、座標轉換、雷射線參數估計等複雜程序，因此往往會增加校正時的複雜度與困難度，同時亦需要較高之校正技術與成本。

基於上述之考量，習知技術如美國專利No. 4825308「Calibration of Three Dimensional Space」，主要係針對投射單點雷射的測頭設計其校正方法，該雷射量測頭亦使用習知之三角量測原理，在一個X、Y、Z三軸完全互相垂直的線性移動平台上放置一個六面完全垂直的方塊，讓方塊任意相鄰的三個平面與X、Y、Z軸平行(以下分別簡稱這三個平面為XY、YZ和XZ平面)。

其中，雷射測頭的位置不能讓雷射線與任一方塊平面垂直或平行，最好是在45度角的位置。因此，藉由當雷射投在XY平面的時候，移動XY平面，可校正該雷射點的Z方向座標；同理，雷射投在YZ平面可校正X方向座標，以及雷射投在XZ平面可校正Y方向座標。



### 五、發明說明 (3)

然而，如上之校正方法及裝置乃是針對一般使用單點掃描之雷射量測頭校正所設計，但是對於如本發明或者具有單線掃描特性之雷射量測頭而言並不適用。且由於該案之雷射線是斜向投射至方塊上之平面，因此該平面的反射條件(例如表面光滑程度)容易影響其校正精度，故該方法仍然必須作適當的補正，易增加校正之困難度；又，如上述之斜向投射方式一般多須將雷射量測頭採懸吊之方式，如此將不利於一些重、大型雷射量測頭之校正，如人體掃描儀(Body Scanner)等。

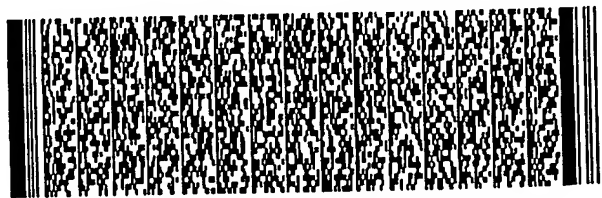
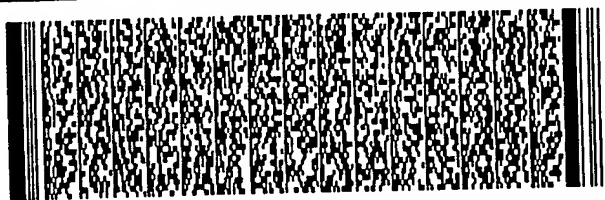
此外，如前述之美國專利案No. 4825308中，其校正裝置必須使用非常高精度的XYZ線性平台和方塊規，尤其X、Y、Z三軸的定位精度和垂直度必須非常高，因此設備體積較大，成本也相對較高。

#### [ 本發明之目的與功效 ]

本發明為專為單線掃描雷射測頭所設計，為一具有精確、快速等優點之三次元校正系統，能夠讓一般的使用者輕易操作，且本發明若使用於單點掃描雷射測頭之校正，亦可為一使用更簡便且成本低廉之應用。

本發明係採用較習知更簡單之校正機構，具有較少的軸數，故比較不佔空間而且容易組裝，也因此可提高該校正機構組裝之精度。

再者，雷射不必刻意與塊規表面傾斜一個角度，可以讓雷射測頭較自然地放在一基準平面上，讓校正系統本身





#### 五、發明說明 (4)

的隨機誤差降低。

本發明係於二維的影像與三度空間座標間，建立一對應之轉換關係，可減少電腦運算之時間，而且克服投光與取像鏡組的光學扭曲，確實提高量測精度。

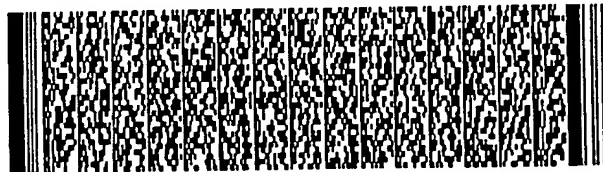
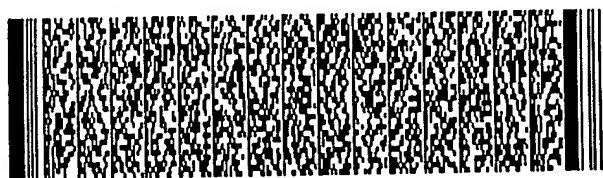
#### [ 本發明之技術方法 ]

有鑑於上述習知技術之缺點，本發明可提供一適用於雷射三次元量測器之校正方法及裝置。該裝置係包括一基準平面；一雷射量測頭，可發出一雷射平面，且可感測該雷射平面之反射光線，藉此以產生一二維之數位影像，並可連接至一電腦；一校正機構，設置於該基準平面上，包括一平面塊規，其中該平面塊規包括一校正平面，又上述之雷射平面可在該校正平面上產生一亮線；一旋轉軸，垂直該基準平面，且該平面塊規可繞該旋轉軸旋轉；一平移軸，垂直該旋轉軸，且該平面塊規可沿該平移軸移動。

又本發明之校正雷射三次元量測器之方法，係藉由發射出之雷射平面與該基準平面平行，並利用一平面塊規可繞著一與基準平面平行之平移軸上移動，以及該平面塊規可沿著一與該基準平面垂直之旋轉軸轉動一已知角度；如此，可藉由投射於該平面塊規上之亮線所產生之二維數位影像，建立由二維影像對應實際三度空間座標位置之轉換關係，並藉此以達成雷射三次元量測器之精確校正。

茲配合圖式說明本發明之較佳實施例。

請參閱第2圖，其中該圖係表示本發明之雷射三次元



#### 五、發明說明 (5)

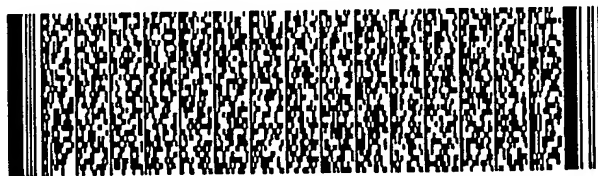
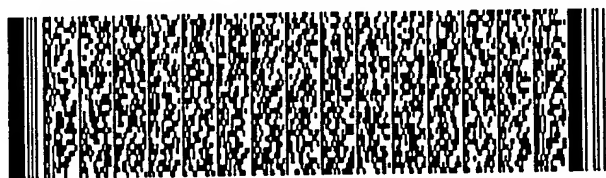
量測器校正裝置示意圖。如圖所示，本發明主要包括一雷射量測頭4、一雷射平面5、一校正機構6、以及一基準平面7。

如圖所示，本實施例乃定義一三度空間之直角座標系X軸、Y軸以及Z軸。其中，該雷射量測頭4可發出一雷射平面5，且該雷射量測頭4與該校正機構6穩定地放置於該基準平面7上，又該基準平面7乃平行如圖中所示之XZ平面。

此外，該雷射量測頭4具有感測光線之功能，並可藉此產生一二維數位影像8（如第3B圖所示）；一般而言，該雷射量測頭4可連接一電腦（未圖示），作為儲存數位影像資料與計算之用。

其中，該校正機構6係包括一平面塊規61、一旋轉部62以及一平移部63；又該平面塊規61包括一校正平面610。當實施校正程序時，該雷射平面5之光線將投射在該校正平面610上，並可產生一亮線51；以及，該雷射量測頭4可感測該亮線51，並產生一相對應之數位影像。藉由上述雷射量測頭4，並配合操作該校正機構6之動作，可完成如前所述之校正功能。

本發明之校正機構6主要係利用上述之平面塊規61作為校正之用，其中該平面塊規61設置於一旋轉部62之上，又該旋轉部62設置於一平移部63之上；此外，該平面塊規61可藉由該平移部62而沿著一平移軸631平移，以及藉由該旋轉部63繞著一旋轉軸621旋轉。如圖所示，該平移軸631之方向平行Z軸，以及該旋轉軸621之方向平行Y軸，且



## 五、發明說明 (6)

垂直該基準平面7。

如此，藉由如上述之旋轉部62以及上述之平移部63，可使該平面塊規61沿著一平移軸631平移，以及繞著一旋轉軸621旋轉；又，上述之平移部62可為一線性滑軌，以及上述之旋轉部63，可為一結合馬達與減速機構帶動之旋轉台。

其中，本發明之校正程序如下：

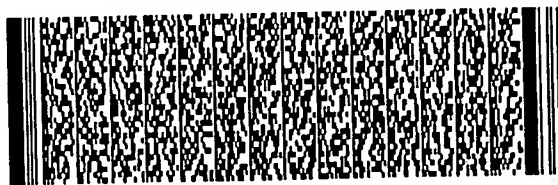
步驟1：調整雷射平面5與標準座標系的XZ平面平行

首先調整該雷射量測頭4所發出之雷射平面5，使其與標準座標系的XZ平面平行。如此，藉由該雷射平面5上任意點於空間中之Y座標相同，致使如上所述投射於該校正平面610上之亮線51具有相同之Y座標值。

步驟2：建立二維數位影像與三度空間Z座標的對應關係

完成上述步驟1後，先調整該平面塊規61使該校正平面610與圖中之Z軸呈垂直，接著於Z軸上定義複數個校正位置，使上述之平面塊規61沿著該平移軸631移動，且可藉由該雷射量測頭4於各校正位置處，分別擷取投射於該校正平面610上亮線51之數位影像資料。

請參閱第3A圖以及3B圖，其中如3A圖所示，該平面塊規61可藉著該平移部63沿Z軸方向移動；如此，上述雷射量測頭4所發出之雷射平面5，可分別在該校正平面610位於一初始位置處產生一亮線611，位於一第一位置產生一亮線612，以及位於一第二位置產生一亮線613。



## 五、發明說明 (7)

其中，該雷射量測頭4可分別針對上述三個預設之校正位置，藉由感測於該校正平面610上之亮線611、612、613，而於數位影像8上產生不同之圖案；其中對照第3A圖以及第3B圖所示，藉由感測於初始位置之亮線611，可於該數位影像8上產生對應之雷射影像81；藉由感測於第一位置之亮線612，可產生於該數位影像8上對應之雷射影像82；以及，藉由感測於第二位置之亮線613，可於該數位影像8上產生對應之雷射影像83。

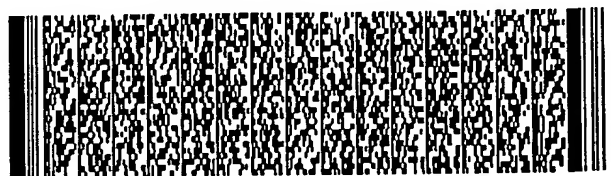
如此，利用該平面塊規61沿Z軸方向平移，可以分別得到該校正平面610上之亮線51於不同Z座標位置之數位影像資料，且如第3B圖所示之雷射影像81、82、83，亦會隨Z座標之變化而出現在不同位置。如此，本發明可以在雷射量測頭4的量測範圍內，建立並記錄二維數位影像座標與空間中Z座標值一對一之對應關係。

步驟3：建立二維數位影像與三度空間X座標的對應關係

此步驟之第一個動作必須先將平面塊規61沿上述旋轉軸621轉動一已知的角度 $\theta$ ；於本實施例中，該旋轉軸621係位於該平面塊規61之中心位置。

由於在完成步驟2之後，由於已可得知數位影像對應於三度空間中之Z座標值，因此可藉由平面塊規61所處之校正位置座標值，以及步驟2所得之的結果，計算出雷射影像所對應之X座標值，其計算之方式如下：

請參閱第4圖，Zp係表示該平面塊規61中心位置之Z座



#### 五、發明說明 (8)

標值，為一已知值； $Z_m$ 係表示於校正平面610所產生亮線上任一點所量測得到之 $Z$ 座標值；其中， $Z_m$ 可根據所得之數位影像，並藉由上述步驟2建立之影像對 $Z$ 座標之對應關係而推算得知；又，如上所述該平面塊規61乃旋轉一已知角度 $\theta$ 。至此， $Z_p$ 、 $Z_m$ 以及 $\theta$ 皆為已知，故若令該平面塊規61中心位置為一座標原點，則可得到該校正平面610上於 $Z_m$ 處所對應之 $X$ 軸座標 $dX$ ：

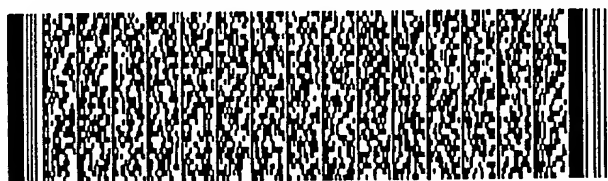
$$dX = (Z_p - Z_m) \cot(\theta) ;$$

根據上述之公式，接下來可藉由將該平面塊規61沿上述旋轉軸621轉動一已知的角度 $\theta$ ，並於 $Z$ 軸上定義複數個校正位置，以使上述之平面塊規61沿著 $Z$ 軸移動，且依序於各校正位置處藉由該雷射量測頭4擷取個別之數位影像。

如此，我們可以在雷射量測頭4的量測範圍內，並藉由上述公式，建立各校正位置之雷射影像與實際三度空間 $X$ 座標值一對一之對應關係，並藉此記錄每個雷射影像位置相對應的 $X$ 座標。

由於在步驟1中，已將雷射平面5調整至與 $XZ$ 平面平行，因此投射於該校正平面61上之亮線51於空間中之 $Y$ 座標皆相同，而至此已可建立該數位影像8對應至空間中三維座標之對應關係。

然而，若未執行步驟1之校正程序，或該雷射平面5已固定或無法調整與上述 $XZ$ 平面平行時，則可借用如步驟3之相同手法，進行如下步驟4之校正程序，以建立雷射影



## 五、發明說明 (9)

像位置與三維Y座標的對應關係。

步驟4：建立雷射影像位置與三度空間Y座標的對應關係

假如雷射平面未與XZ平面平行，則可將該平面塊規繞X軸傾斜一已知的角度 $\phi$ ，藉此建立數位影像與實際三維Y座標位置的對應關係。

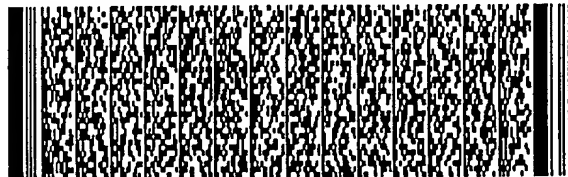
請參閱第5圖， $Z_p$ 係表示該平面塊規61中心位置之Z座標值，為一已知值；此外，於校正平面610之亮線上任一點之Z座標值 $Z_m$ ，可藉由量測影像與步驟2之結果推算得知；又，已知上所述該平面塊規61乃繞X軸旋轉一角度 $\phi$ ，故若令該平面塊規61中心位置為X軸之原點，則可得到該校正平面61上於 $Z_m$ 處之Y軸座標 $dY$ ：

$$dY = (Z_p - Z_m) \cot(\phi) ;$$

如此，我們可以在雷射量測頭4的量測範圍內，建立各校正位置之雷射影像與實際三度空間中Y軸座標一對一之對應關係，並藉此記錄每個雷射影像位置相對應的Y座標。

然而，於本實施例中僅具有一可沿Y軸向旋轉之旋轉軸，唯若需沿X軸以及Y軸旋轉時，亦可藉由一具已知角度 $\theta$ 或已知角度 $\phi$ 之角形塊規(未圖示)，代替上述之旋轉軸與平面塊規，以使該角形塊規可與雷射平面5可形成一預設之夾角。

至此如上之校正程序已算大致完成，藉由依序建立一二維影像與三度空間中Z軸向、X軸向、Y軸向之對應關



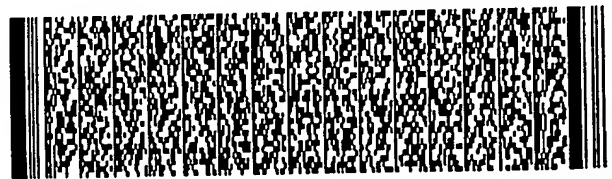
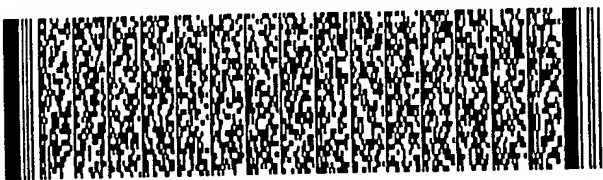
#### 五、發明說明 (10)

係，可完成各校正位置之校正動作；然而於相鄰之校正位置中間尚存在之空白影像區域，可利用內插法估算相對應的座標，唯當上述之校正位置愈密集，愈能提升量測時的精確度。

本發明為一專為單線掃描雷射測頭設計的一套精確、快速三次元校正系統，能夠讓一般的使用者輕易操作。藉由較簡單的校正機構以及較少的軸數（一個平移軸以及一個旋轉軸），可節省空間且具有容易組裝與容易控制機構組裝精度。再者，雷射不必刻意與塊規表面傾斜一個角度，可以讓雷射測頭較自然地放在校正平台上，讓校正系統本身的隨機誤差降低。

更進一步的，本發明藉由在二維數位影像與三度空間之物體表面座標之間，建立一個轉換之對應關係，可減少電腦的運算時間，並可克服投光與取像鏡組的光學扭曲，確實提高量測精度。

雖然本發明已於較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，仍可作些許的更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



## 圖式簡單說明

為使本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，以下特舉較佳之實施例並配合所附圖式做詳細說明。

### 圖式之簡單說明：

第1圖係習知雷射三次元量測器之示意圖；

第2圖係本發明之雷射三次元量測器校正裝置示意圖；

第3A圖係平面塊規於Z軸上不同校正位置之示意圖；

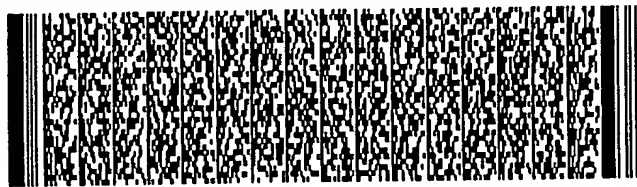
第3B圖係對於各校正位置所產生之數位影像示意圖；

第4圖係利用平面塊規旋轉一已知角度 $\theta$ 用以校正X軸向座標之示意圖；

第5圖係利用平面塊規旋轉一已知角度 $\phi$ 用以校正Y軸向座標之示意圖。

### 標號說明：

- 1~雷射發射元件
- 11~第一修正鏡組
- 2~光感測元件
- 21~第二修正鏡組
- 3~待測物體
- 4~雷射量測頭
- 5~雷射平面
- 51~亮線
- 6~校正機構
- 61~平面塊規





圖式簡單說明

610~校正平面

611~初始位置之亮線

612~第一位置之亮線

613~第二位置之亮線

62~旋轉部

621~旋轉軸

63~平移部

631~平移軸

7~基準平面

8~數位影像

81~初始位置之雷射影像

82~第一位置之雷射影像

83~第二位置之雷射影像



#### 六、申請專利範圍

1. 一種校正雷射三次元量測器之方法，至少包括下列步驟：

定義一由X軸、Y軸、Z軸所組成之三維空間垂直座標系；

提供一校正平面；

將該校正平面沿著Z軸方向平移，建立量測所得之二維數位影像對應於Z軸向座標值之對應關係；

將該校正平面沿Y軸旋轉一已知角度，並將上述校正平面沿著Z軸方向平移，利用先前所得之結果，建立量測所得之二維數位影像對應於該X軸方向座標值之對應關係。

2. 如申請專利範圍第1項所述之校正雷射三次元量測器之方法，其更包括下列步驟：

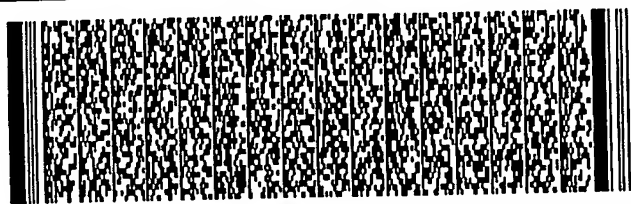
將該校正平面沿X軸旋轉一已知角度，並將上述校正平面沿著Z軸方向平移，利用先前所得之結果，建立量測所得之二維數位影像對應於該Y軸方向座標值之對應關係。

3. 一種校正雷射三次元量測器之方法，包括下列步驟：

提供一基準平面、一雷射量測頭用於發出一雷射平面、一平面塊規包括一校正平面、一旋轉軸垂直該基準平面、一平移軸垂直該旋轉軸；

投射該雷射平面於該校正平面上，並形成一亮線；

調整該雷射平面使平行該基準平面；



## 六、申請專利範圍

調整該平面塊規，使該校正平面垂直該平移軸；

在欲量測之範圍內，沿該平移軸設定複數個校正位置，將該平面塊規依序沿該平移軸移動至上述之校正位置，並記錄其座標以及雷射量測頭所得到相對應之二維影像；

令該平面塊規沿該旋轉軸旋轉一特定角度，並在欲量測之範圍內沿該平移軸設定複數個校正位置，將該平面塊規依序沿該平移軸移動至上述之校正位置，並記錄上述校正位置之座標，以及相對應之雷射量測頭所得之二維影像。

4. 一種校正雷射三次元量測器之裝置，包括：

一基準平面；

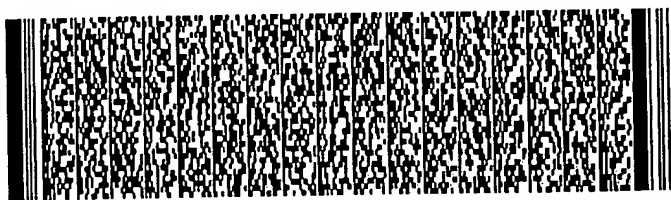
一雷射量測頭，設置於該基準平面上，且可發出一雷射平面；

一校正機構，設置於該基準平面上，包括：

一平面塊規，包括一校正平面，其中上述雷射平面可在該校正平面上產生一亮線，該雷射量測頭可藉由感測該亮線，而產生一對應之二維數位影像。

5. 如申請專利範圍第4項所述之校正雷射三次元量測器之裝置，其中該校正機構更包括一旋轉部，又該旋轉部包括一旋轉軸，其中該旋轉軸垂直該基準平面，且該平面塊規可藉由該旋轉部而沿該旋轉軸旋轉。

6. 如申請專利範圍第4項所述之校正雷射三次元量測器之裝置，其中該校正機構更包括一平移部，又該平移部



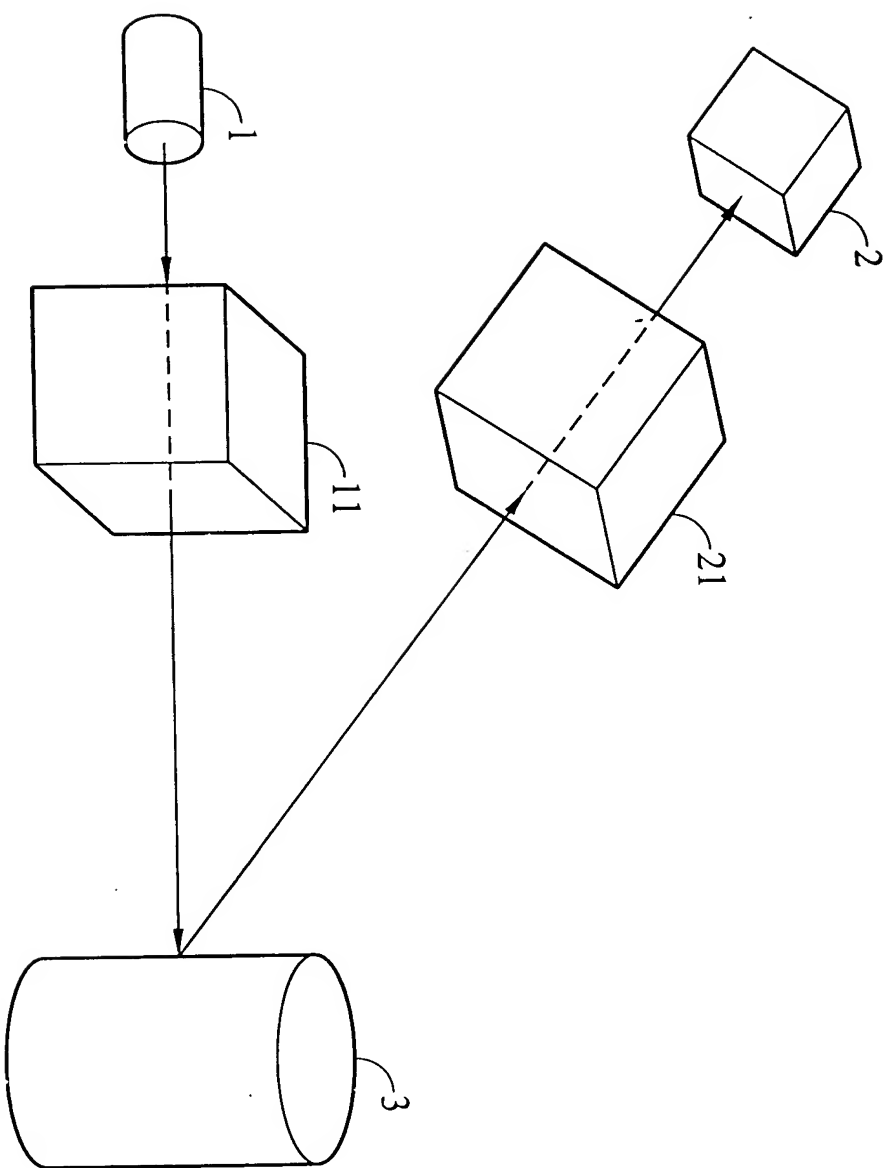
#### 六、申請專利範圍

包括一平移軸，其中該平移軸垂直該旋轉軸，且該平面塊規可藉由該平移部沿該平移軸移動。

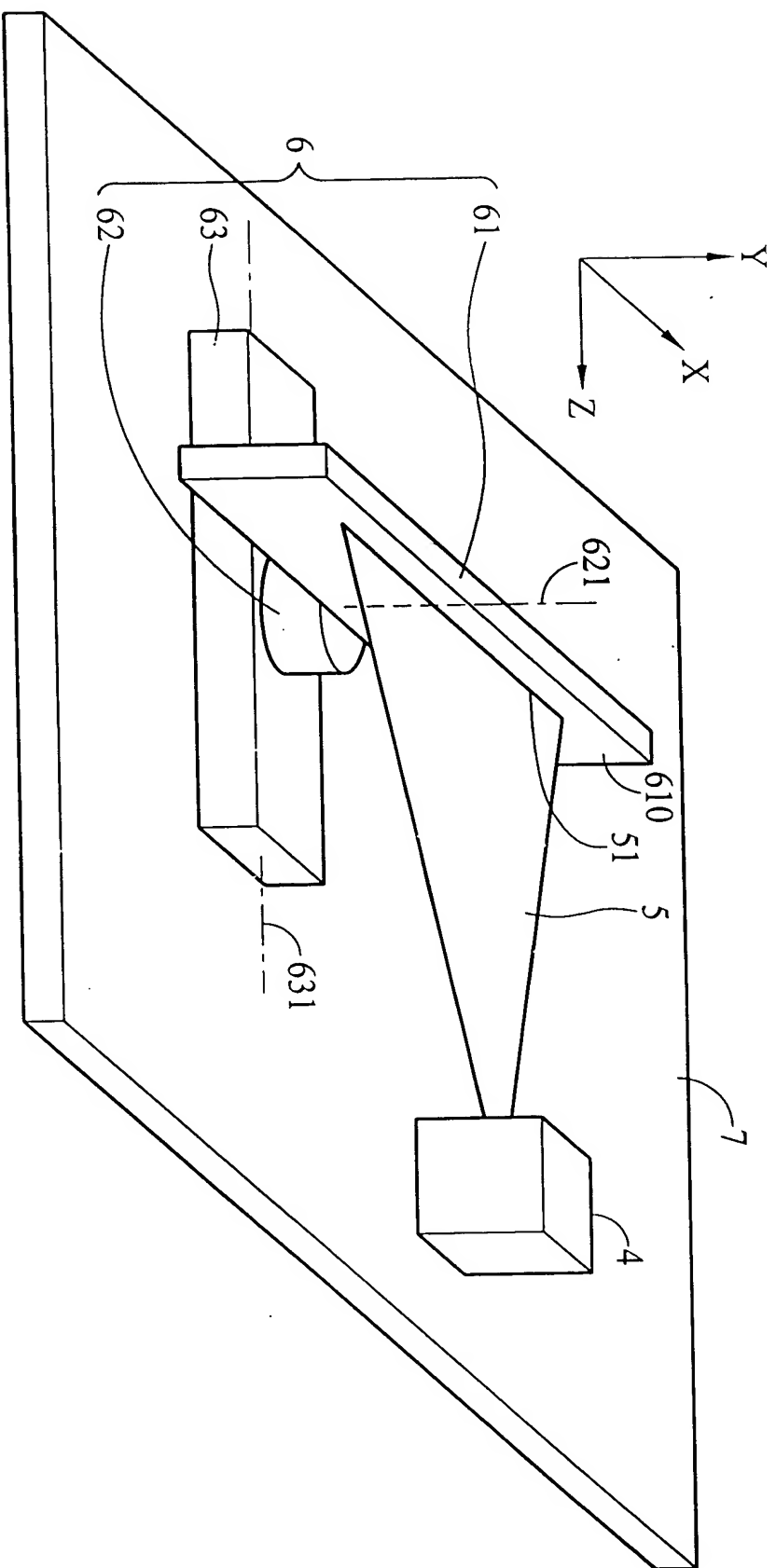
7. 如申請專利範圍第4項所述之校正雷射三次元量測器之裝置，其中該平移部為一線性滑軌。

8. 如申請專利範圍第4項所述之校正雷射三次元量測器之裝置，其中該旋轉部為一結合馬達與減速機構帶動之旋轉台。

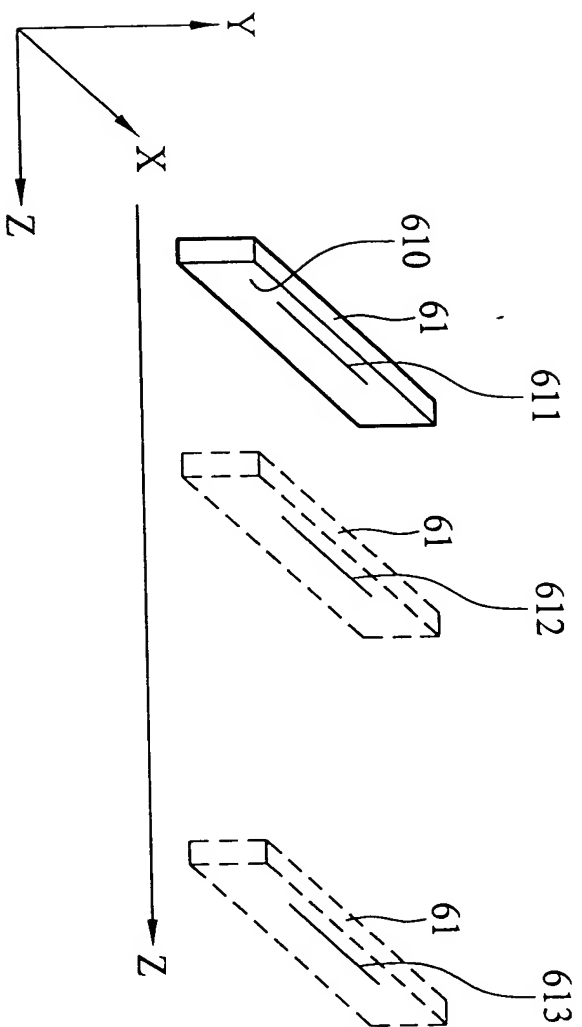




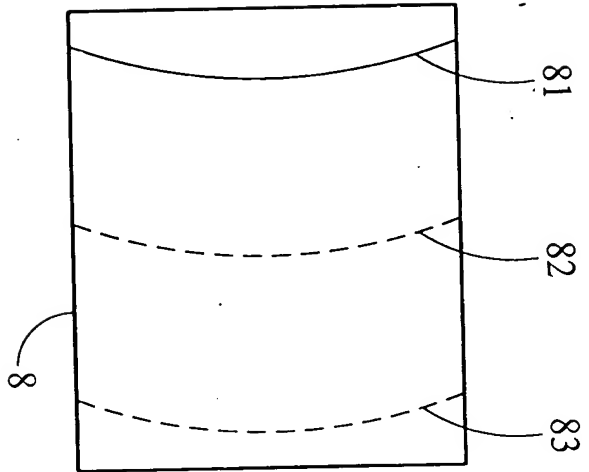
第 1 圖



第 2 圖

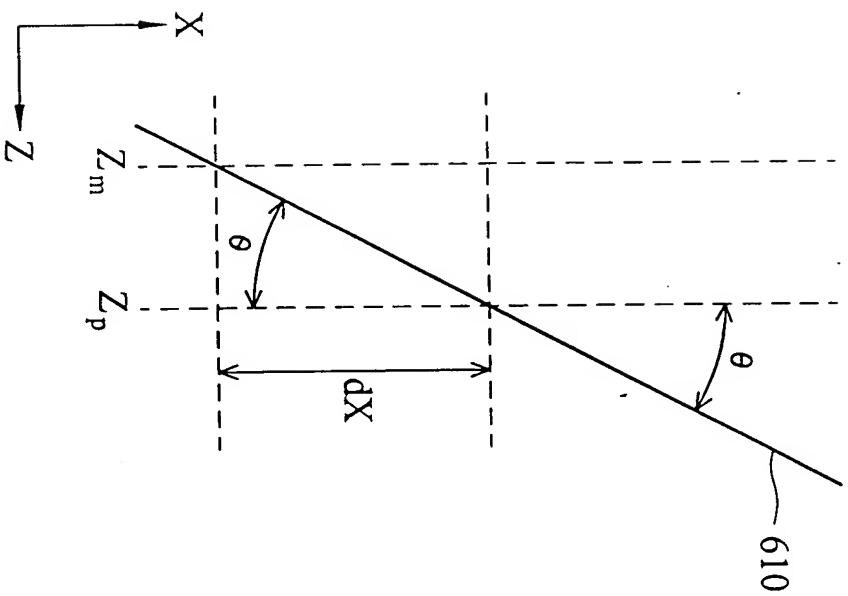


第3A圖

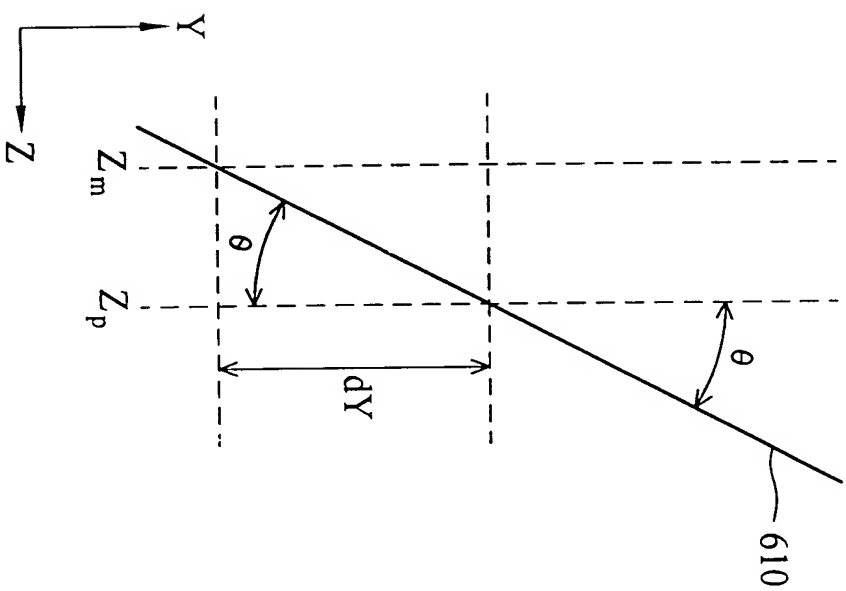


第3B圖



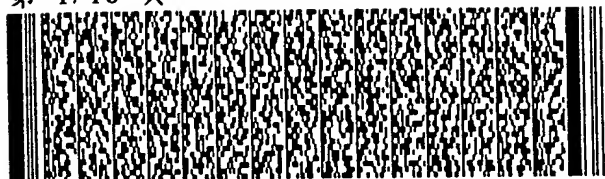


第4圖



第5圖

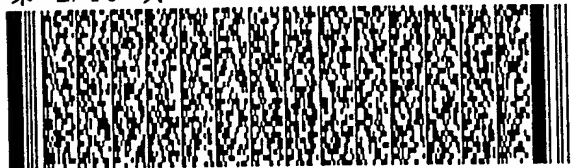
第 1/19 頁



第 2/19 頁



第 2/19 頁



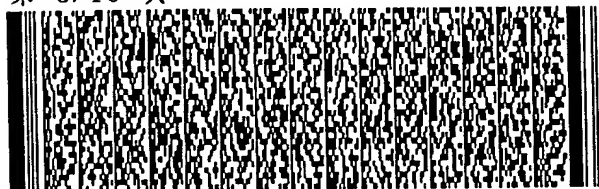
第 3/19 頁



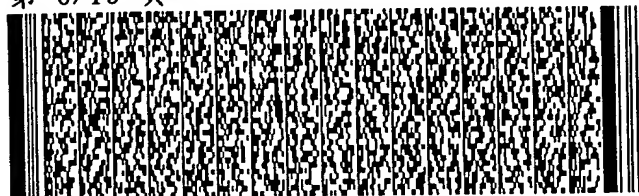
第 5/19 頁



第 5/19 頁



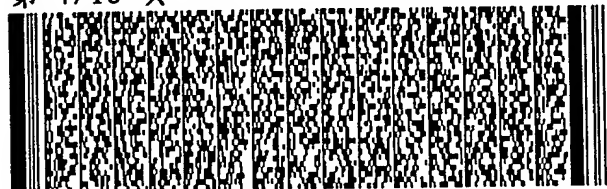
第 6/19 頁



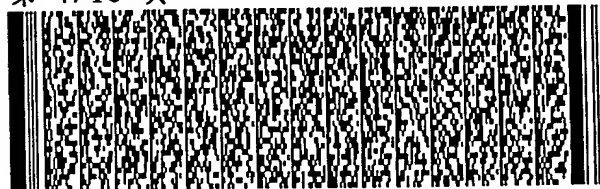
第 6/19 頁



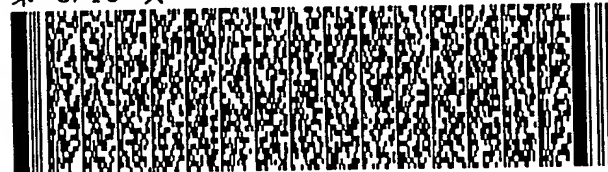
第 7/19 頁



第 7/19 頁



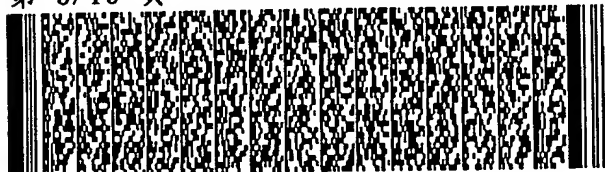
第 8/19 頁



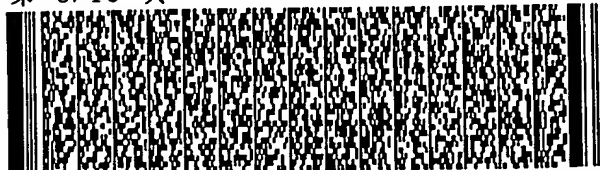
第 8/19 頁



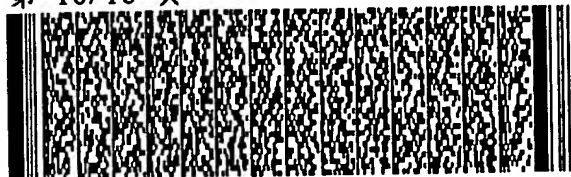
第 9/19 頁



第 9/19 頁



第 10/19 頁



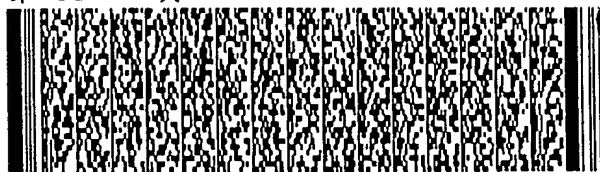
第 10/19 頁



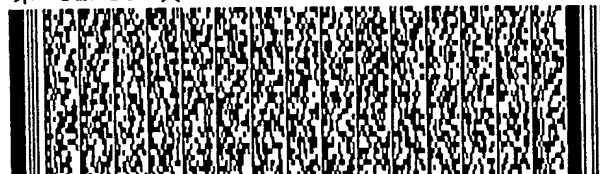
第 11/19 頁



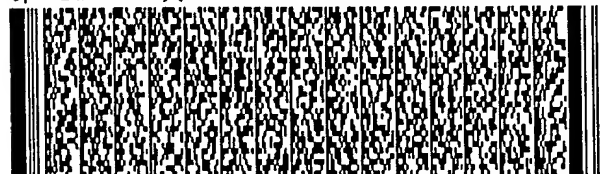
第 11/19 頁



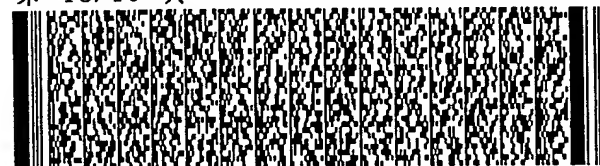
第 12/19 頁



第 12/19 頁



第 13/19 頁



第 13/19 頁



第 14/19 頁



第 14/19 頁



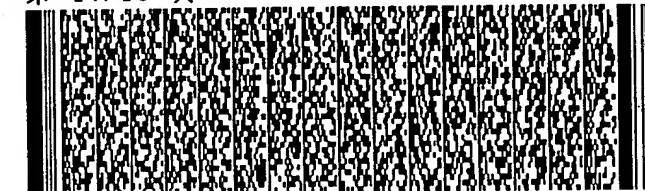
第 15/19 頁



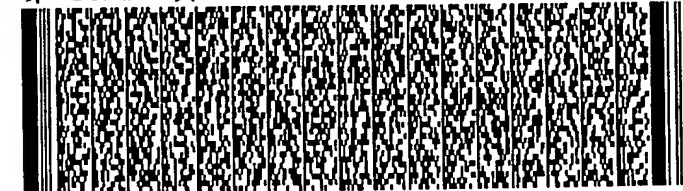
第 16/19 頁



第 17/19 頁



第 18/19 頁



第 19/19 頁

